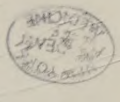
Diss

Lane Medical Library

Über das Herz der Selachier mit besonderer Berücksichtigung des Reizleitungssystems.



INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER

MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE

AN DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT

ZU BERLIN

VON

Dr. phil. Alfred Willer

aus Stettin.

Promoviert am 11. August 1914.

Berlin 1914.

Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke)

Linienstraße 158.

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Referent: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. His.

Meinen lieben Eltern.

Meinen lieben Eltern.

Nachdem W. His jun. in seiner grundlegenden Arbeit über „Die Tätigkeit des embryonalen Herzens und seine Bedeutung für die Lehre von der Herzbewegung beim Erwachsenen“ im Jahre 1893 gezeigt hatte, daß die Muskulatur der Vorhöfe und die der Kammern miteinander verbunden, und zwar muskulös verbunden sind, und nicht, wie man bisher angenommen hatte, durch bindegewebige Schichten voneinander getrennt werden, ist die Literatur, die sich mit diesem den Anatomen, Physiologen, Pathologen und Kliniker in gleichem Maße interessierenden Objekt beschäftigt, sehr stark angewachsen.

Es würde zu weit führen und auch dem Zwecke dieser Arbeit nicht entsprechen, wenn ich hier alle einschlägigen Arbeiten durchgehen oder auch nur anführen wollte, zumal, da sich ein ausführliches Literaturverzeichnis des vorliegenden Gebietes in der zusammenfassenden Arbeit von F. Külbs „Das Reizleitungssystem im Herzen“, auf die noch mehrmals zurückzukommen sein wird, vorfindet.

Nur kurz mag auf die bisher auf vergleichend anatomischem Gebiete geleisteten Arbeiten, welche sich auf die Verbindung zwischen den einzelnen Herzabschnitten beziehen, eingegangen werden. Auch die in großer Zahl veröffentlichten Schriften, welche sich auf das Reizleitungssystem im menschlichen Herzen und dem der übrigen Säugetiere beziehen

sind fast sämtlich in der eben erwähnten umfassenden Arbeit von Külbs angegeben und sollen daher nicht weiter besprochen werden. Nur soweit sie in dem Literaturverzeichnis dort nicht zu finden sind, wurden sie in das am Schluß von mir aufgestellte eingetragen.

Wie so häufig, ist man zuerst auf die doch immerhin sehr komplizierten Verhältnisse beim Menschen und den Säugetieren aufmerksam geworden, und erst, nachdem man sich längere Zeit mit den anatomischen Grundlagen der Reizleitung im Säugetierherzen beschäftigt hatte, fragte man danach, wie und auf welchen Bahnen denn die Überleitung im Herzen der übrigen Wirbeltiere sich vollziehe, und wie sich wohl phylogenetisch jenes so überaus wichtige System von spezifisch gebauten und histologisch differenzierten Muskelfasern, das Vorhöfe und Kammern anatomisch und physiologisch verbindet, in der Wirbeltierreihe entwickelt habe.

Diese interessanten und für die vergleichende Anatomie so wichtigen Fragen sind durch die systematisch angestellten, vergleichend anatomischen Untersuchungen, welche F. Külbs und Külbs mit Lange in umfassender Weise an reichem Materiale ausgeführt haben, durchweg geklärt bei den Knochenfischen, den Amphibien, den Reptilien und den Vögeln, so daß sich auf Grund dieser Arbeiten ein Bild, wie etwa sich das Reizleitungssystem der höheren Wirbeltiere im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung ausgebildet hat, in größeren Umrissen sehr wohl entwerfen läßt.

Es hat nach diesen die Hauptsachen klarlegenden Untersuchungen nun das Studium der spezielleren Einzelheiten einzusetzen.

Wie schon gesagt, sind bisher von den Fischen nur die Knochenfische auf das Reizleitungssystem hin untersucht worden, es fehlen die Cyclostomen, welche hier der Einfachheit halber zu den Fischen gerechnet werden sollen, die Selachier, Holocephalen, Ganoiden und Dipnoer. Von den Teleostiern sind bisher der Hecht, Karpfen, Barsch und Aal untersucht und die anatomischen Grundlagen der Reizleitung beschrieben worden, also nur Vertreter des Süßwassers, wenn auch wohl die in Frage kommenden Verhältnisse bei den marinen Formen kaum anders liegen dürften.

Aus der Klasse der Amphibien ist am besten bezüglich des Reizleitungssystems studiert der Frosch. Die hauptsächlichsten Arbeiten hierüber sind die das Nervensystem und die Muskulatur eingehend behandelnden Arbeiten von W. His und F. B. Hofmann. In seiner Arbeit „Über das Reizleitungssystem bei Amphibien, Reptilien und Vögeln" berichtet dann F. Külbs über seine Untersuchungen an den Herzen von Rana esculenta und Rana temporaria. Es sind von ihm insgesamt 20 Herzen dieser beiden Froscharten untersucht worden, also ein sehr großes Material. Es wäre hier also noch eine dankenswerte Aufgabe, das Herz bei Gymnophionen und Urodelen zu studieren.

Von den Reptilien sind in der Literatur vorhanden Berichte über das Herz bei der Eidechse und Schildkröte. Das Eidechsenherz wurde von Keith, Mackenzie und Külbs mit Lange genauer untersucht, während Kasem-Beck, Gaskell, Dogiel, Mackenzie, Külbs und Keith Mitteilungen über das Schildkrötenherz machen konnten. Bei der anatomischen Verschiedenheit, die zwischen den einzelnen Ordnungen der Reptilienklasse herrscht, dürfte es vielleicht interessant sein, sich nun auch mit dem Herzen von Vertretern der übrigen Ordnungen zu beschäftigen.

Nur wenige neue Ergebnisse dürften Forschungen am Vogelherzen, welche sich auf die Anatomie und Histologie des Reizleitungssystems beim erwachsenen Tier beziehen, erwarten lassen wegen des im großen und ganzen doch ziemlich einheitlichen Baues des Vogelherzens. Die Arbeiten von Aschoff, Hofmann, Külbs, Mackenzie, Obermeier und Tawara haben genügende Klarheit in bezug auf das Reizleitungssystem im Vogelherzen gegeben. Die Angaben beziehen sich im wesentlichen auf Sperling, Taube und Huhn.

Ich bin mit Absicht auf die Ergebnisse, welche die oben erwähnten Arbeiten gehabt haben, noch nicht eingegangen, da ich hiervon bei Gelegenheit in Anknüpfung an die Besprechung des Reizleitungssystems bei den Selachiern berichten werde.

Um nun wieder auf die Klasse der Fische zurückzukommen, so bieten die Teleostier, die ja, wie schon oben gesagt wurde, bisher allein untersucht worden sind, für vergleichend anatomische Untersuchungen ein außerhalb der Reihe stehendes Material insofern dar, als bei ihnen der Bulbus cordis s. Conus arteriosus, der als besonderer Teil noch bei den Amphibien vorhanden ist, ganz verschwunden oder doch sehr stark rückgebildet ist, und von dem bindegewebigen Bulbus arteriosus vertreten wird. Es liegen also hier für die fortlaufende Reihe der Wirbeltiere atypische Verhältnisse vor, wie ja auch die Ordnung der Knochenfische als eine Seitenlinie in der Entwicklungsreihe anzusehen ist. (Ich verweise z. B. auf den Stammbaum der Wirbeltiere in E. Haeckel, Der Kampf um den Entwickelungs-Gedanken, Berlin 1905, G. Reimer.)

Es mußte daher von Interesse sein, auch die übrigen oben genannten Ordnungen der Fische, bei denen abgesehen von den Cyclostomen noch die vier

primitiven Herzabschnitte Venensinus, Vorhof, Kammer und Bulbus cordis (s. Conus arteriosus) vorhanden sind, auf die zu behandelnden Verhältnisse hin zu untersuchen. Weiterhin sollen die Ergebnisse der am Herzen von Selachiern gemachten Studien mitgeteilt werden.

Die primitiven Herzabschnitte sind dadurch charakterisiert, daß sie infolge ihres Gehaltes an quergestreifter Muskulatur sich zu kontrahieren vermögen, welche Eigenschaft dem den Teleostiern zukommenden Bulbus arteriosus abgeht, was zuerst durch die Untersuchungen Joh. von Müllers klargelegt worden ist, welcher im Jahre 1845 in seiner Arbeit „Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden" nachwies, daß die Wandungen des 4. Herzabschnittes nicht bei allen Ordnungen der Fische gleichgebaut sind, sondern bei den Knochenfischen im Gegensatz zu den Ganoiden, Selachiern und Holocephalen bindegewebiger Natur sind.

Da die Kontraktionen der 4 Abschnitte des Herzens unter normalen Verhältnissen regelmäßig nacheinander in der Reihenfolge: Venensinus, Vorhof, Kammer, Bulbus cordis, also offenbar abhängig voneinander, erfolgen, so muß auch zwischen den benachbarten, sich folgenden Abschnitten eine Reizübermittlung stattfinden. Es soll nun im folgenden untersucht werden, welches bei den Selachiern die anatomischen Grundlagen dieser Reizleitung sind. Da über die anatomischen Verhältnisse des Herzens bei den Rochen und Haien auch sonst noch nicht allzuviel bekannt ist, so soll in vorliegender Arbeit gleichzeitig auch Rücksicht auf den übrigen Bau des Selachierherzens genommen werden, soweit dies von Interesse zu sein schien. Vor allem wird das Herz der Rochen berücksichtigt werden.

Die Untersuchungen, über die jetzt berichtet werden soll, wurden gemacht im Laboratorium der I. medizinischen Klinik der Kgl. Charité (Direktor Geh.-Rat His), und zwar auf Anregung von Herrn Prof. Dr. F. Külbs, dem ich hierfür und für seine wertvolle Unterstützung meiner Arbeit auch an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen gestatte.

Das Material stammte einerseits aus Helgoland und wurde uns in dankenswerter Weise von der Kgl. Biologischen Anstalt auf unseren Wunsch teils in Alkohol, teils in Formol konserviert zugesandt. Die in Alkohol aufbewahrten Präparate waren nach unserer Angabe in Sublimat-Eisessig fixiert worden. Es war mir außerdem gestattet, eine Herrn Geh.-Rat His gehörige Schnittserie eines Herzens von Mustelus zu meinen Untersuchungen heranzuziehen. Ich darf auch hier Herrn Geh.-Rat His für die freundliche Überlassung der schönen Präparate danken. Nur auf diese Weise war es mir möglich, schon jetzt die Squaliden in meine Untersuchungen hineinzubeziehen, während ich mich sonst auf die Rajiden hätte beschränken müssen.

Was die Technik der Untersuchung anbetrifft, so wurden die Objekte, soweit dies möglich war, makroskopisch und hernach mikroskopisch studiert. Zum Zwecke des mikroskopischen Studiums wurden die Schnitte nach Heidenhain und auch nach van Gieson gefärbt. Die erwähnten Schnitte von Mustelus waren mit Eosin gefärbt und lieferten überraschend gute Bilder; sobald man sich an die Färbung gewöhnt hatte, konnte man leicht Bindegewebe von dem übrigen Gewebe unterscheiden.

Das Herz von Raja clavata.

Das Herz von Raja clavata, dem bei Helgoland nicht gerade seltenen Rochen, das zur Vornahme der makroskopischen Studien gedient hat, stammte von einem 85 cm langen Exemplar. Ich erhielt es schon vollständig aus dem Körper herauspräpariert durch die Kgl. Biologische Anstalt auf Helgoland zugeschickt.

Es besteht wie alle Selachierherzen aus den 4 Abschnitten Venensinus, Vorhof, Herzkammer und Conus arteriosus.

Der Venensinus wird gebildet aus den beiden an der Dorsalseite des Herzens zusammenlaufenden Venae cavae, die an ihrer Vorderseite mit dem Ventrikel, dem sie im letzten Abschnitt ihres Verlaufes an seiner Mitte hinten anliegen, fest verwachsen sind. Bei der Einmündung der beiden Venae cavae in den Sinus bilden die Venenwände auf der Unterseite dieses Bezirkes je zwei Längsfalten, die gleichsam eine Art Rinne begrenzen. Auf dem Grunde dieser Rinne sieht man die Einmündungsstelle von einigen größeren und mehreren kleineren Gefäßen.

Da sich die Wand der Venen nach ihrem äußerlich nicht erkennbaren Übergang in die Sinuswandung einerseits nach oben in den Vorhof hinzieht, andererseits nach unten zum Ventrikel geht, so bildet der Sinushohlraum hier jederseits eine winkelartige Einbuchtung, wodurch sein sonst nicht übermäßig großes Volumen um einen erheblichen Teil vergrößert wird.

Trotzdem ist der Sinus selbst der kleinste Abschnitt des Herzens und besteht aus einer sehr dünnen, mit gering ausgebildeter Muskulatur versehenen Wandung, die sich grob anatomisch kaum von der in sie übergehenden Venenwandung unterscheiden läßt.

Auch der Sinus venosus ist wie die Venae cavae an der Vorderseite[1]) fest mit dem Ventrikel und dem Vorhof verwachsen, und zwar so, daß sein unterer Abschnitt mit dem Ventrikel, sein oberer mit dem Vorhof in inniger Verbindung steht. Die Hinterwandung des Sinus geht nach oben zu direkt und ohne vorherige Verwachsung mit irgendeinem Herzabschnitt in die Vorhofswandung über.

Mikroskopisch erkennt man in der Wandung des Venensinus eine ziemlich dünne Schicht quergestreifter Muskulatur, die sich sogar bis in die beiden Mündungsgebiete der Venen hinein erstreckt. In der hinteren Wandung des Sinus, also dem Teile, der mit keinem Herzabschnitte verwachsen ist, sondern frei verläuft, ist die Lage der quergestreiften Muskulatur ein wenig dicker. Ebenso verbreitert sie sich ein wenig in der Nähe des zwischen Sinus und Vorhof gelegenen Ostiums. Nach außen wird die Wand des Sinus durch eine im Vergleich mit der Muskellage häufig dickere Bindegewebsschicht gebildet.

Der makroskopisch erkennbare Übergang des Venensinus in den Vorhof selbst stellt eine Art Einsenkung desselben in das Atrium dar und zwar dringt er in schiefer Richtung von hinten links her in den unteren hinteren Teil des Vorhofs ein, und durchbohrt gewissermaßen dessen hintere Wandung, indem er noch ein kurzes Stück in das Lumen des Vorhofes hinein vorspringt.

Diese Einsenkung ist so scharf ausgeprägt, daß man glauben könnte, der Venensinus wäre gleichsam ohne engere anatomische Verbindung in den Vorhof

[1]) „Vorder- und Hinterseite“ sind hier nur der Bequemlichkeit halber als Bezeichnung genommen, besser ist es natürlich, stets die Vorderseite als Ventral-, die Hinterseite als Dorsalseite zu bezeichnen.

hineingeschoben. Wie sich jedoch zeigen wird, ist dies nicht der Fall, im Gegenteil, die Verbindung ist eine ziemlich innige.

Über die Innenfläche des Venensinus ist nicht viel zu sagen, da sie im großen und ganzen ziemlich glatt und eben ist; das einzige, was darüber noch anzugeben wäre, ist, daß die beiden oben erwähnten Rinnen, welche an der Einmündung der Venae cavae in den Sinus durch zwei Längsfalten gebildet werden, sich im Sinus fortsetzen und unterhalb der Abgangsstelle der Sinuseinsenkung in den Vorhof sich vereinigen, so daß sie beide gleichsam eine einzige bogenförmig verlaufende Rinne bilden.

Es wäre nun der Übergang des Sinus in den Vorhof näher zu betrachten, welcher, wie schon erwähnt, eine Einsenkung dieses in das Atrium darstellt. Diese Einsenkung hat vom Vorhof aus betrachtet fast die Form eines Trichters, weshalb ich in der Folge der Kürze halber von dem „Sinustrichter" sprechen werde.

Dieser Sinustrichter besteht, wie aus angefertigten Serienschnitten, welche quer durch das Herz gelegt wurden, zu erkennen ist, an seinem oberen Rande aus Bindegewebe. Der rein bindegewebige Ring ist jedoch nicht allzu breit, sondern wird bald nach unten hin von quergestreifter Muskulatur durchsetzt und zum Teil verdrängt. Dieser anatomische Bau ist im übrigen an größeren Herzen von Raja clavata makroskopisch, wenn man eine schwache Lupe gebraucht, schon zu erkennen.

Man sieht den ziemlich schmalen bindegewebigen Ring am Rande des Trichters, der, wenn man das Präparat gegen das Licht hält, durchscheinend ist, und darunter eine zu diesem parallel verlaufende Zone, die bei durchfallendem Lichte dunkler erscheint.

Diese dunklere, ebenfalls ringförmige Zone ist etwa doppelt bis dreifach so breit wie der Bindegewebsring. Mikroskopisch erweist sie sich als aus einem aus quergestreifter Muskulatur gebildetem Gewebe bestehend. Nach unten hin wird der Trichter in seiner Wandung dann wieder durchscheinender, man erkennt jedoch auch hier, daß Muskulatur an dem weiteren Aufbau des unteren Teiles der Trichterwandung beteiligt ist. Der dunkler erscheinende Ring muß also eine Lage verdickter Muskulatur darstellen, was mikroskopisch nachzuweisen wäre. Wie auf Serienschnitten festzustellen ist, folgt auf dem bindegewebigen Ring in der Tat eine im Schnitte breiter erscheinende Lage quergestreifter Muskulatur. Hierauf wird weiterhin noch zurückzukommen sein.

Von diesem beschriebenen verstärkten Muskelring des Trichters gehen an der Vorderseite zwei Bänder nach unten in den Vorhof ab, die sich in dem den atrioventrikulären Klappenapparat bildenden Bindegewebe verlieren. Sie bestehen zum größten Teil aus Bindegewebe, enthalten jedoch auch einen Strang quergestreifter Muskulatur, die einerseits mit dem Muskelring zusammenhängt, andererseits in die Vorhofsmuskulatur hinein verläuft. Ein spezifischer Bau, wie etwa Fibrillenarmut und Sarkoplasmareichtum, ist an diesem Zuge quergestreifter Muskulatur nicht zu erkennen. Das rechte von diesen beiden Bändern ist etwa nur halb so breit und auch nicht ganz so lang wie das linke.

Der besprochene Trichter nun, der eine anscheinende Einstülpung des Venensinus in den Vorhof darstellt, ist in seiner Form nicht gleichmäßig rund, sondern von vorn nach hinten abgeplattet, so daß man von einer rechten und linken Ecke dieses Trichters sprechen kann. Diese Ecken nun sind

nicht in gleicher Weise wie der übrige Rand aus der Wand des Vorhofes, welche der Trichter von hinten her durchbohrt, gleichsam hoch- und herausgehoben, sondern gehen in diese über, ohne sich mit scharfem Rande abzuheben.

An diesem Übergange findet sich jederseits an der rechten wie an der linken Ecke ein Knoten, der aus muskulösem Gewebe besteht. Der Knoten, der den Übergang der linken Ecke des Trichters in die Vorhofswandung darstellt, ist größer als der rechte, und im Gegensatz zu diesem abgeplattet; man könnte ihn als scheibenförmig bezeichnen, während der rechte mehr abgerundet und strang- oder walzenförmig erscheint. Von diesen Muskelknoten aus verlaufen in den Vorhof hinein sämtliche größeren Trabekel, von denen aus sich dann die kleineren wieder abzweigen, so daß also diese beiden als Knoten vorspringenden Stellen an den Ecken des Trichters in der Vorhofsmuskulatur gewissermaßen zwei Zentren darstellen, von denen aus der Vorhof muskulär versorgt wird. Verfolgt man diese Knoten auf Schnitten mikroskopisch, so erkennt man, daß sie mit dem soeben beschriebenen Muskelring in dem Sinustrichter muskulös zusammenhängen.

Dieser Ring nun, auf dessen Bedeutung für das physiologische Verhalten des Venensinus und des Vorhofes ich jetzt näher eingehen möchte, erscheint mir für die Überleitung des Kontraktionsreizes eine wichtige Rolle zu spielen. Verfolgt man nämlich Serienschnitte, die quer durch das Rochenherz gelegt sind, so erkennt man einmal, wie schon erwähnt worden ist, daß der Muskelring mit den beschriebenen Muskelknoten an den Sinustrichterecken zusammenhängt; dann aber auch, daß an seiner unteren Begrenzung er einerseits an der Innenfläche des Trichters

in seiner ganzen Breite in die dünne Muskulatur des Venensinus übergeht, andererseits an der Außenfläche des Trichters in die dickere des Vorhofes.

Man kommt nämlich auf den Schnitten, die, da der Sinustrichter bei der Durchbohrung der Vorhofswandung ja einen schrägen Verlauf nimmt, als Querschnitte mitunter ziemlich schwer zu deuten sind, auf Sagittalschnitten sich jedoch bedeutend besser studieren lassen, zuerst, nachdem man den obersten bindegewebigen Ring getroffen hat, auf eine die ganze Trichterwand bildende, nur quergestreifte Muskulatur enthaltende Zone.

Diese Muskelzone wird auf später folgenden Schnitten dann geschieden durch ein bindegewebiges Septum in zwei Muskellagen, eine innere und eine äußere, die, wie ich eben erwähnte, einerseits in den Venensinus, andererseits in den Vorhof hinein zu verfolgen sind.

Ich glaube daher, daß man diesen Muskelring in dem Sinustrichter als die späterhin verdickte Umschlagsstelle der Sinusmuskulatur in die Vorhofsmuskulatur betrachten muß, und daß also der Kontraktionsreiz von Sinus zum Vorhof auf seinem Wege den Ring passiert und von dort den beiden Muskelknoten mitgeteilt wird, die dann als Muskelzentren im Vorhof den Reiz in diesem weiterverbreiten. Eine direkte Reizübermittlung mag z. T. wohl auch stattfinden auf dem Wege über das muskulöse Gewebe, das sich in den beiden Bändern befindet, die, wie oben beschrieben, von der Vorderseite des Muskelringes in den Vorhof sich hineinziehen.

In der Bindegewebslage, die im Trichter zwischen der Vorhofs- und Sinusmuskulatur gelegen ist und diese beiden Schichten voneinander trennt, verläuft noch ein Strang quergestreifter Muskulatur, der mit

dem Muskelring, den Muskelnoten und der Vorhofsmuskulatur in Verbindung steht. Diese Faserlage ist durch Bindegewebe nach beiden Seiten hin isoliert und findet sich nur in der vorderen Wand des Trichters.

Bei den höheren Wirbeltieren unterscheiden sich die Elemente des Überleitungssystems histologisch ganz wesentlich von den übrigen muskulären Bestandteilen des Herzens. Während nämlich die Muskelfasern des Herzens im allgemeinen sehr reich an Fibrillen und arm an Sarkoplasma sind, sind die Fasern des Reizleitungssystems dadurch charakterisiert, daß sie sehr fibrillenarm und sarkoplasmareich sind, außerdem sind sie gewöhnlich ziemlich glykogenreich.

Was nun den mikroskopischen Bau der Muskulatur in dem Ring des Sinustrichters, den ich als anatomische Grundlage der Reizleitung vom Sinus zum Vorhof betrachte, betrifft, so konnte ich in dem feineren Bau der Muskelfasern keinen Unterschied entdecken zwischen denen des Ringes und denen der übrigen Herzmuskulatur. Wie ja auch F. Külbs in seiner Arbeit „Über das Reizleitungssystem im Herzen des Fisches“ bei Besprechung der Sinus-Vorhofsverbindung angibt, „unterscheidet sich die histologische Struktur dieser deutlich quergestreiften Muskelfasern dort, wo Vorhofsmuskulatur und Sinusmuskulatur ineinander übergehen, nicht von der Umgebung“.

Es entsprechen also beim Rochen die feineren mikroskopischen Verhältnisse im histologischen Bau der Fasern der Verbindungsmuskulatur zwischen Venensinus und Vorhof ganz denen, wie sie Külbs bei den Knochenfischen beschrieben hat. Auch der besprochene Muskelzug in der Vorderwand des Sinus-

trichters zeigt keine Besonderheiten im feineren histologischen Aufbau, wenigstens keine sicheren. Es will zwar manchmal scheinen, als seien die Muskelfasern hier fibrillenärmer als die übrigen Myokardfasern, doch gibt man sich da allzuleicht Täuschungen hin, als daß ich dies mit Bestimmtheit zu behaupten wage.

Ein kurzer Überblick über die Sinusvorhofsverbindung in der Wirbeltierreihe dürfte nach der Besprechung dieser Bildung beim Rochen mir jetzt gestattet sein. Ein eigentlicher Venensinus, d. h. ein vom Vorhof getrennter, mit quergestreifter Muskulatur versehener, also auch kontraktionsfähiger Abschnitt ist bekannt bei den Fischen, den Amphibien, Reptilien und Vögeln. Bei den Säugetieren fehlt ein eigentlicher Venensinus, es geht jedoch, wie genauere Untersuchungen gezeigt haben, der Kontraktionsreiz von einer dem Sinus entsprechenden Stelle aus.

Die Sinusvorhofsverbindung bei den Knochenfischen ist von Külbs beschrieben worden. Es geht bei den Teleostiern die Sinusmuskulatur in die Vorhofsmuskulatur „an dem freien Ende der klappenartigen Ausbuchtungen unmittelbar ineinander über". Was an gleicher Stelle über die histologische Struktur gesagt wird, ist schon oben von mir erwähnt worden. Es liegen also hier die Verhältnisse ähnlich wie beim Rochen, nur daß sie hier durch die Ausbildung eines besonderen Ringes, der die Vereinigung von Sinusmuskulatur mit Vorhofsmuskulatur darstellt, ein wenig komplizierter sind und in der Differenzierung fortgeschritten und weiterentwickelt zu sein scheinen.

Einfach ist auch, wie F. Külbs in seiner Arbeit „Das Reizleitungssystem im Herzen" angibt, die Sinusvorhofsverbindung bei den Amphibien und Reptilien. Untersucht wurden der Frosch und die

Schildkröte und Eidechse; es liegt auch hier der Übergang am freien Rande der Sinusklappen. Es wäre vielleicht interessant, inwieweit bei den einzelnen Familien und Arten hier schon mehr oder weniger ausgeprägte Differenzierungen auftreten, deren Annahme so ohne weiteres wenigstens nicht von der Hand zu weisen ist.

Interessanter und komplizierter ist die ebenfalls von Külbs beschriebene Verbindung zwischen Sinus und Vorhof bei den Vögeln. Külbs hat Herzen von Hühnern und Tauben untersucht („Über das Reizleitungssystem bei Amphibien, Reptilien und Vögeln"). Auch hier „liegt der Kontakt ähnlich wie bei der Eidechse am freien Rande der Sinusklappen". Jedoch sind neben der quergestreiften Muskulatur „ein oder zwei Reihen großer, blasser protoplasmareicher Zellen (ohne Querstreifung), die mit den Purkinjeschen Zellen eine gewisse Ähnlichkeit haben", gefunden worden. Es ist mir der Gedanke gekommen, daß ein Zusammenhang bestehen könnte zwischen diesen Reihen blasser, protoplasmareicher Zellen und dem oben erwähnten isolierten Muskelfaserzug in der vorderen Sinustrichterwand beim Rochen, und daß dieser Faserzug der phylogenetische Vorgänger dieser Zellenreihe sein könnte oder doch ein analoges Gebilde sei.

Bei den Säugetieren nun findet sich als Verbindung zwischen oberer Hohlvene, von der der Reiz ausgehen soll, das als Keith-Flackscher Knoten bekannte Gebilde. Dieser muskulöse Knoten sendet einerseits Muskelzüge in den Vorhof aus, andererseits solche in die Hohlvenenmuskulatur. Diese Verhältnisse sind von Koch genauer beschrieben und dort die Lage des Knotens in der sogenannten Cavatrichterfurche angegeben. Ich brauche hier nicht

näher darauf einzugehen. Es sei jedoch kurz erwähnt, daß die Fasern dieses Systems sich, und zwar besonders gut bei den Ungulaten, dadurch von denen der übrigen Herzmuskulatur unterscheiden, daß sie einen stärkeren Protoplasmagehalt haben und weniger Fibrillen besitzen. Ich glaube, daß die oben beschriebenen Muskelknoten beim Rochen, welche an den Ecken des Sinustrichters gelegen sind und einerseits mit dem Muskelring im Trichter zusammenhängen, andererseits als Ausstrahlungspunkte der Vorhofsmuskulatur zu gelten haben, Vorgänger des Keith-Flackschen Knotens sind, wenngleich sich auch ihre Muskulatur histologisch nicht von der übrigen Herzmuskulatur unterscheidet.

Der Vorhof des Rochenherzens, der, wie bei den Teleostiern ebenso auch bei den Selachiern ungeteilt ist, stellt ein dem Ventrikel hinten oben aufliegendes Gebilde dar, dessen Breite über doppelt so groß ist wie seine Höhe. Die Wandung des Atriums ist im Vergleich zu der des Ventrikels sehr dünn, während sie, verglichen mit der äußerst zarten des Sinus, bedeutend stärker erscheint.

Die Form des Vorhofes ist eine bohnen- oder nierenförmige, indem dann die Stelle des Ostium atrioventriculare den Hilus der Niere darstellen würde. Die Wandung ist trotz ihrer Dünne sehr elastisch, und so ist also wohl der Vorhof ein sehr ausdehnungsfähiges Gebilde, welche Fähigkeit besonders in der Richtung nach der Seite und nach hinten ausgebildet zu sein scheint.

Über die innere Struktur ist schon einiges bei der Besprechung der anatomischen Verhältnisse, die für die Reizübertragung zwischen Venensinus und Vorhof in Betracht kommen, gesagt worden. Bei

Eröffnung des Vorhofes fällt die sehr charakteristische Einmündungsstelle des Sinus in die Hinterwandung des Vorhofes auf. Von den beiden an den Trichterecken gelegenen Knoten gehen gewissermaßen strahlenförmig die Trabekel aus. Dadurch, daß der rechte Muskelknoten die rechte Seite, der linke Knoten ebenso die linke mit den Muskelzügen versorgt, hat man unwillkürlich den Eindruck, als wenn hier eine Zweiteilung des Vorhofes in der Muskulatur und somit in der Wandung als solcher angedeutet ist. Die feineren Verzweigungen der Trabekel auf der rechten Seite stehen nun aber mit denen der linken Seite anastomosenartig in Verbindung, so daß eine Einheit dennoch vorhanden ist. Betrachtet man nun jedoch die beiden Muskelknoten als physiologische Reizzentren des Vorhofes, so ist zweifellos die Trennung des einfachen Vorhofes der Selachier in den doppelten der höheren Wirbeltiere auf diese Weise physiologisch und in gewissem Sinne auch anatomisch vorbereitet.

Gleich unterhalb der Einmündung des Sinustrichters in den Vorhof beginnt die sehr deutlich hervortretende bindegewebige Grundlage des atrioventrikulären Klappenapparates. Während über die Klappenbildungen im Conus arteriosus der Selachier eine verhältnismäßig reiche Literatur vorhanden ist, auf die weiter unten näher eingegangen werden soll, habe ich nähere Angaben über den Bau der Atrioventrikularklappen bei den Selachiern und vor allem bei Raja nicht finden können. Ich will daher, wenn auch nur kurz, auf diesen Punkt eingehen.

Der verhältnismäßig breite Anulus fibrosus bildet die Grundlage zum Ansatz zweier Klappen und eines kleinen zapfenartigen, ebenfalls bindegewebigen Gebildes. Die eine der beiden Klappen ist vorn

rechts gelegen und etwas kleiner als die zweite, welche hinten links liegt. Zwischen diesen beiden liegt rechts hinten das erwähnte zapfenartige Gebilde, dem ein ähnliches, jedoch kleineres und weniger deutlich sichtbares links vorn gelegenes entspricht. Diese Zapfen sind nicht klappenartig ausgebildet und stellen wohl nur Apparate zur Unterstützung der Klappenwirkung dar. Sie sind solid gebaut und bestehen vollständig aus Bindegewebe.

Die beiden Klappen sind in ihrer Form einer Tasche ähnlich, der freie Rand ist ein wenig verdickt, während die dem Lumen der Herzkammer zugekehrte Lamelle der Taschenklappe nach dem Myokard zu eingefaltet ist, so daß eine Art Rinne auf diese Weise entsteht. Der Rand läuft in Sehnenfäden aus, welche sich nach sehr kurzem Verlauf im Myokard verlieren.

Was nun die Verbindung des Vorhofes mit der Herzkammer anbetrifft und die Bahnen der Reizleitung zwischen diesen beiden Herzabschnitten, so konnte gefunden werden, daß hier die Verhältnisse genau so liegen wie bei den Teleostiern, die F. Külbs in dieser Hinsicht untersucht hat und zwar an einem sehr großen Material.

Es hat sich bei den Knochenfischen ergeben („Über das Reizleitungssystem im Herzen des Fisches"), daß „sich lateral von den Ansätzen der kurzen und an der Basis breiten Herzklappen und medial von einer sehr gut ausgebildeten Bindegewebslage, die im Atrioventrikularring gelegen, die Vorhofsmuskulatur von der Ventrikelmuskulatur vollständig trennt, eine Lage quergestreifter Muskelfasern nachweisen läßt, die auf der einen Seite mit der Vorhofsmuskulatur, auf der anderen Seite mit der Ventrikelmuskulatur verbunden ist. Diese Muskellage senkt

sich offenbar trichterförmig in den Ventrikel ein, ist kurz und nicht wie bei den Amphibien und Reptilien durch Gefäße oder Bindegewebe unterbrochen."

Ganz ähnlich liegen nun, wie schon gesagt wurde, die Verhältnisse bei dem Rochenherzen. Auch hier sind Vorhof und Kammer durch einen fibrösen Ring getrennt, an dem makroskopisch betrachtet die oben beschriebenen Taschenklappen ansetzen. In Wirklichkeit sind die breiten Klappenansätze jedoch von dem äußeren Bindegewebsring vollständig durch eine dünne Schicht quergestreifter Muskelfasern getrennt, die z. T. so dünn und zart wird, daß sie aus zwei oder gar einer Muskelfaser gebildet erscheint. Diese Schicht wird an keiner Stelle von Bindegewebe oder Gefäßen unterbrochen, so daß man auch hier von einer „trichterförmigen" Einsenkung sprechen kann.

Es ist charakteristisch, daß von dieser Muskellage, welche Vorhof und Ventrikel verbindet, nichts in die eigentlichen Klappen gelangt, während doch gerade die eigentliche Sinus-Vorhofsverbindung sowohl bei den Knochenfischen in den Sinus-Vorhofsklappen und bei den Selachiern im Sinustrichter gelegen ist. Ich möchte daraus schließen, daß die Atrioventrikularklappen und die Sinus-Vorhofsklappen ihrer Genese nach völlig verschiedene Gebilde sind, und zwar, daß die letzteren, ontogenetisch betrachtet, primäre Gebilde, die ersteren jedoch sekundäre sind.

Was den feineren Bau der muskulären Atrioventrikularverbindung anbetrifft, so ist ein irgendwie stärker in die Augen fallender Unterschied zwischen den gewöhnlichen Myokardfasern des Herzens und den Fasern dieser Verbindungsschicht nicht vorhanden, wohl aber zeigen sich die Fasern ein wenig

heller gelb gefärbt bei Anwendung der van Giesonschen Färbung als die der übrigen Muskulatur, und es scheinen weniger Fibrillen in ihnen vorhanden zu sein. Auch dies würde den Befunden bei den Knochenfischen entsprechen, wie sie Külbs veröffentlicht hat: „Mikroskopisch kennzeichnet sich die Muskulatur (der Atrioventrikularverbindung) als etwas Besonderes durch die hellere Färbung, durch die sehr viel spärlichere Anhäufung von Sarkoplasma und in guten Heidenhainschnitten durch die Fibrillenarmut."

Die Ausläufer des atrioventrikularen Muskelfaserbündels verlieren sich im allgemeinen sowohl im Vorhof als auch in der Kammer im Myokard und sind weiterhin nicht mehr zu verfolgen. Man kann jedoch erkennen, daß die auf der Hinterseite des Ostium atrioventriculare verlaufenden Fasern mehr oder weniger direkt in Verbindung stehen mit den Fasern, welche aus dem Sinustrichter an der Vorderseite herabkommen, um in den Vorhof auszustrahlen, so daß hier offenbar der Kontraktionsreiz, der vom Venensinus zum Vorhof gelangt, sowohl auf dem Wege durch die übrige Vorhofsmuskulatur als auch verhältnismäßig direkt auf dem kürzesten Wege in die Kammer gelangen kann.

Der Ventrikel ist ein von der Ventralseite gesehen ungefähr dreieckiges Gebilde, dessen einer Seite der Conus arteriosus eingesenkt ist. Der Vorhof sitzt der oberen Spitze hinten auf und wird von der Kammer, wenn man das Herz von der Vorderseite aus betrachtet, fast vollständig verdeckt; nur zwei Ecken des Vorhofes sehen rechts und links hervor, ähnlich den Herzohren der höheren Wirbeltiere. Die Unterseite zeigt eine mehr oder weniger starke Hervorwölbung, welche bei größerer Ausbildung aus dem Dreieck ein Viereck machen kann.

Die Wandung des Ventrikels ist sehr stark ausgebildet und stellt eine dicke Muskellage dar, welche auf ihrer Außenseite von einer verhältnismäßig derben Bindegewebsschicht bekleidet wird, die der Oberfläche der Kammer ein plattes Aussehen verleiht.

Die Innenfläche ist durch äußerst kräftig ausgebildete Trabeculae carneae ausgezeichnet, welche zu einem kleinen Teile von der Gegend des Ostium atrioventriculare ausstrahlen, zum größeren jedoch von einer Stelle, welche links von der Abgangszone des Conus arteriosus gelegen ist. Irgendwelche Besonderheiten sind nicht zu erwähnen.

Als vierter primitiver Herzabschnitt schließt sich an die Kammer der Conus arteriosus oder Bulbus cordis, welcher bei den Selachiern ebenso wie bei den Ganoiden, Dipnoern und Amphibien ein gesonderter Abschnitt ist und vermöge seines Gehaltes an quergestreifter Muskulatur ebenfalls kontraktionsfähig ist. Bei den Knochenfischen ist dieser Herzteil bekanntlich rudimentär geworden und durch den Bulbus arteriosus ersetzt, welcher nur elastisches Bindegewebe, dagegen keine Muskulatur enthält. Während sich im Conus arteriosus der Selachier zahlreiche in Reihen angeordnete Klappen vorfinden, sind im Teleostier-Bulbus diese reduziert bis auf eine einzige Reihe. Dieser Teil des Bulbus arteriosus der Knochenfische entspricht allein dem Conus arteriosus (s. Bulbus cordis) der Selachier, und ist diese Klappenreihe als die der vordersten der Haie entsprechende zu betrachten. Da also bei den Teleostiern ein eigentlicher vierter muskulöser Abschnitt fehlt, so war selbstverständlich auch eine muskulöse Verbindung zwischen Kammer und Bulbus cordis von vornherein nicht anzunehmen, wie auch von Külbs angegeben worden ist.

Sehr interessant sind die Verhältnisse der Reizleitung zwischen Kammer und Bulbus bei den Amphibien. Beim Frosch besteht die Atrioventrikularverbindung aus 2 muskulösen Halbrinnen. „Das vordere Ende dieser beiden Muskelbündel zeigt auf den Querschnittsserien weiter unten, dort, wo die Aorta sich in den Ventrikel einsenkt, feine Verbindungsfasern mit der muskulösen Aortenwand. Hier wird das elliptische Ventrikelaortenlumen vorne durch Bulbusmuskulatur, seitlich durch die muskulösen Halbrinnen begrenzt. Die Bulbusmuskulatur läßt sich nach oben bis zur Höhe des Venensinus verfolgen und tritt auf diesem Wege noch mehrfach mit der Ventrikelmuskulatur in direkte Verbindung.“ (F. Külbs, Über das Reizleitungsystem bei Amphibien, Reptilien und Vögeln, S. 1). Auch bei der Schildkröte verläuft ein Teil der Vorhofs-Kammerverbindung direkt in die Bulbusmuskulatur, indem „die vordere Spitze (der in einen nach vorn zugespitzten Trichter auslaufenden, ringförmigen Vorhofseinstülpung) sich dann unmittelbar mit der Bulbusmuskulatur verbindet.“ (Külbs, ibid. S. 5.)

Bei den Vögeln sind direkte Fasern, welche vom atrioventrikulären Bündel aus zum Bulbus ziehen, nicht nachgewiesen. Hier besteht die Verbindung zwischen Ventrikel und Bulbus aus breiten Muskelmassen, die an der Aorta und Pulmonalis noch ein beträchtliches Stück mit emporgehen.

Über den Bulbus arteriosus der Selachier ist schon reichlich vergleichend anatomisch gearbeitet worden. Während Joh. Müller durch seine Untersuchungen die Strukturverhältnisse dieses Herzabschnittes klarlegte und auch auf die darin enthaltenen Klappeneinrichtungen einging, verglich C. Gegenbauer die Klappen der Haie mit denen der Knochenfische und

kam zu den schon oben erwähnten Resultaten. Ph. Stöhr ging auf den Bau dieser Gebilde näher ein und gab eine sehr ausführliche und genaue Beschreibung davon, indem er systematisch möglichst viele Arten der Selachier, sowohl der Rajiden wie der Squaliden studierte und beschrieb. Auf die Embryologie dieses Gebildes ging P. Mayer ein, während in einer neueren Arbeit von H. Hoyer wiederum auf den Unterschied zwischen dem Bulbus arteriosus der Selachier, Ganoiden und Dipnöer und den Bulbus cordis der Teleostier das Interesse gelenkt wird.

Es ist ersichtlich, daß bisher von den Autoren vor allem das Verhältnis des Bulbus der Knochenfische zu dem der Haie in den Vordergrund ihrer Untersuchungen gestellt worden ist, und daß bei diesen Studien die Klappen in ihrem Bau und ihrer Stellung eine große Rolle gespielt haben. Über den Zusammenhang der Ventrikelmuskulatur mit derjenigen des Bulbus arteriosus ist meines Wissens bisher noch nichts mitgeteilt worden.

Der Bulbus setzt beim Rochenherzen an der rechten Seite der Kammer an und geht äußerlich durch eine Einschnürung nur schwach abgetrennt aus dieser hervor. Einen eigentlichen Klappenapparat findet man am Übergang des Ventrikels in den Bulbus nicht. Die Klappen sind erst in diesem selbst in 4 Querreihen angebracht. In jeder dieser Reihen stehen 3 taschenartige Klappen, auf deren Bau ich hier nicht näher eingehen möchte, da Ph. Stöhr dieselben ausreichend beschrieben hat, besonders auch von Raja clavata (s. Ph. Stöhr, Über den Klappenapparat im Conus arteriosus der Selachier und Ganoiden).

Was nun das Verhalten der Ventrikelmuskulatur zu derjenigen des Bulbus anbetrifft, so geht dieselbe,

ohne irgendwelche Besonderheiten zu zeigen, in die Muskulatur dieses Herzabschnittes über. Man erkennt jedoch auf Schnitten schon fast an der Spitze der Kammer auf der rechten Seite, daß die Muskelfaserzüge sich in bestimmter Richtung anordnen, gleich als wäre der Bulbus als solcher in die Herzkammer hineinbezogen. Im Bulbus selbst reicht die Muskulatur bis an die oberste Klappenreihe heran.

Histologisch sind die verbindenden Muskelfaserzüge vor denen des übrigen Myokards ebenfalls nicht besonders ausgezeichnet, selbst an der linken Seite des Kammer-Bulbus-Überganges, wo sich die Muskulatur zu einem sehr schmalen Band, das nur aus wenigen Fasern besteht, verengert, ist von einer eigentlichen Differenzierung nichts zu erkennen.

Nach der Besprechung der Reizleitungsbahnen im Rochenherzen (Raja clavata) will ich noch ganz kurz auf die gleichen Verhältnisse im Herzen von Mustelus spec., dem Glatthai, eingehen; ich konnte sie an einer Schnittserie studieren, welche aus der Präparatensammlung von Herrn Geh.-Rat His stammte. Leider ist an diesem Herzpräparat der Venensinus nicht genügend erhalten, so daß ich darauf verzichten mußte, die Sinus-Vorhofsverbindung zu untersuchen. Um so besser und schöner ließen sich die Atrioventrikular- und die Ventrikel-Bulbusverbindung erkennen.

Die Verbindung zwischen Vorhof und Kammer ist ganz ähnlich hergestellt wie in dem oben beschriebenen Herzen von Raja. Die Vorhofsmuskulatur verläuft im ganzen Umkreise des Ostium atrioventriculare in die Kammermuskulatur, indem sie nach außen begrenzt wird durch den Bindegewebsring, welcher die Vorhofskammergrenze darstellt, nach innen durch den bindegewebigen, atrioventrikulären

Klappenapparat. Eine ausgesprochene, deutliche histologische Differenzierung dieser Übergangsfasern gegenüber den übrigen Myokardfasern ist nicht zu erkennen.

Betreffs der Ventrikel-Bulbusverbindung gilt ebenfalls dasselbe, was vom Rochenherzen gesagt worden ist, es findet ein breiter Übergang der Ventrikelmuskulatur in die Bulbusmuskulatur statt, ohne daß irgendwelche Differenzierungen vorhanden sind.

Zusammenfassend ist also zu sagen, daß das Reizleitungssystem bei den Selachiern im allgemeinen, und zwar sowohl bei den Squaliden als auch bei den Rajiden, im Vergleich mit den höheren Wirbeltieren sehr einfache Verhältnisse zeigt, welche im großen und ganzen denen der Knochenfische sehr ähnlich sind, so daß sich diese beiden Ordnungen der Fische, die sonst in ihrem Bau so mannigfache Verschiedenheiten aufweisen, in bezug auf das Reizleitungssystem im Herzen nur sehr wenig unterscheiden.

Literatur.

1. Aschoff, Die Herzstörungen in ihren Beziehungen zu den spezifischen Muskelsystemen des Herzens. Verh. d. deutsch. Pathol. Gesellsch. 1910.
2. Claus-Grobben, Lehrbuch der Zoologie. 7. Aufl.
3. Curran, E. J., A constant Bursa in relation with the Bundle of His with Studies of the Auricular Connections of the Bundle. Anat. Rec. Philadelphia, Vol. 3, p. 618—631.
4. Dogiel, J., Einige Daten der Anatomie des Frosch- und Schildkrötenherzens. Archiv f. mikrosk. Anat., Bd. 70, S. 780—797.
5. Gaskell, The contraction of cardiac muscle. Textbook of physiol., Vol. 2, p. 170.
6. Gegenbaur, C., Zur vergleichenden Anatomie des Herzens. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw., Bd. II, 1866, S. 365—383.
7. Greil, Über die Entwicklung des Truncus arteriosus der Anammier. Anat. Anz., Bd. XXIII, 1903, Erg.-Heft, S. 91—105.
8. His, W. jun., Die Entwicklung des Herznervensystems bei Wirbeltieren. Abhandl. d. mathem. phys. Classe d. Kgl. sächsischen Gesellsch. d. Wissensch., Bd. VIII, 1891, S. 18—31.
9. — Die Tätigkeit des embryonalen Herzens und seine Bedeutung für die Lehre der Herzbewegung beim Erwachsenen. Arbeiten aus der med. Klinik zu Leipzig, 1893, S. 21 u. 47.

10. Hofmann, F. B., Das intrakardiale Nervensystem des Frosches. Arch. f. Anat. u. Physiol., 1902, anat. Abt., S. 54—114.
11. Hofmann, H. K., Beitrag zur Kenntnis der Purkinjeschen Fäden im Herzmuskel. Zeitschr. f. wissensch. Zoolog., Bd. 71, S. 486—507.
12. Hoyer, H., Zur Morphologie des Fischherzens. Anz. d. Akad. d. Wissensch. in Krakau, 1900, S. 263—279.
13. Imchanitzky, M., Die nervöse Koordination der Vorhöfe und Kammer des Eidechsenherzens. Arch. f. Anat. u. Physiol., anat. Abt., 1909, S. 117 bis 136.
14. Kasem-Beck, Zur Kenntnis der Herznerven. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 24.
15. Keith and Mackenzie, Researches on anatomy of the heart. Lancet. 1910, Vol. I, p. 102.
16. Külbs, F., und Lange, Anatomische und experimentelle Untersuchungen über das Reizleitungssystem im Eidechsenherzen. Zeitschr. f. exper. Pathol. und Therap., Bd. 8.
17. Külbs, F., Über das Reizleitungssystem bei Amphibien, Reptilien und Vögeln. Zeitschr. f. exper. Pathol. und Therap., Bd. 11.
18. — Über das Reizleitungssystem im Herzen des Fisches. Charité-Annalen, 37. Jahrg.
19. — Das Reizleitungssystem im Herzen. Berlin 1913.
20. Lange, W., Die anatomischen Grundlagen für eine myogene Theorie des Herzschlags. Dissert. Berlin 1912.
21. Marceau, F., Recherches sur l'histologie et le développement comparés des fibres de Purkinje et des fibres cardiaques. Bibl. Anat., Paris, Tome 10, p. 1—70.

22. Mayer, P., Über die Entwicklung des Herzens und der großen Gefäßstämme bei den Selachiern. Mitt. aus d. zool. Stat. zu Neapel, Bd. 8, S. 338 bis 370, 1886/87.
23. Moriga, G., Über die Muskulatur des Herzens. Anat. Anz., Bd. 24, S. 523—536.
24. Müller, Joh., Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden. Abh. der Berl. Akad. d. Wiss., 1845.
25. Retzer, Rob., The atrio-ventricular-bundle and Purkinje' fibers. Amer. Journ. Anat., Vol. 6., Anat. Rev., p. 41.
26. Rückert, L., Über die Entstehung der endothelialen Anlagen des Herzens und der ersten Gefäßstämme bei Selachierbryonen. Biol. Centralblatt, Bd. 8, 1888.
27. Senior, H. D., The Valves in the Heart of Fishes. Amer. Natur., Vol. 42, p. 496.
28. Stöhr, Ph., Über den Klappenapparat im Conus arteriosus der Selachier und Ganoiden. Morph. Jahrb., Bd. II, S. 197—228, 1876.
29. Tawara, Das Reizleitungssystem des Säugetierherzens. Jena 1906.
30. Wiedersheim, R., Vergl. Anatomie der Wirbeltiere. Jena 1906.

Lebenslauf.

Ich, Alfred Otto Wilhelm Willer, Sohn des Kgl. Preußischen Lotterieeinnehmers Theodor Willer, evangelischer Konfession, wurde am 22. XI. 1889 zu Stettin geboren. Meine Schulbildung erhielt ich auf dem Kgl. Viktoria-Gymnasium zu Potsdam, das ich Ostern 1908 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Im Sommersemester 1908 und Wintersemester 1908/09 widmete ich mich in Freiburg i. Br. dem Studium der Naturwissenschaften und Medizin. Vom Sommer 1909 bis zum Ende des Sommersemesters 1910 studierte ich in Jena Medizin und Naturwissenschaften und bestand dort am 26. Juli 1910 die ärztliche Vorprüfung. Vom Oktober 1910 bis zum März 1913 setzte ich meine medizinischen Studien an der Universität Berlin fort. Am 4. Mai 1912 legte ich die Prüfung zur Erlangung des philosophischen Doktorgrades an der Universität Jena ab. Meine Dissertationsschrift lautete: „Beiträge zur Kenntnis der Bandwurmseuche (Ligulosis) der Brachsen oder Bleie (Abramis brama)." Am 26. Juli 1913 beendete ich die ärztliche Staatsprüfung vor der ärztlichen Prüfungskommission zu Berlin. Seit dem 20. September 1913 bin ich als Medizinalpraktikant an der I. medizinischen Poliklinik der Kgl. Charité zu Berlin tätig.

Während meiner Studienzeit in Freiburg i. Br. hörte ich die Vorlesungen folgender Herren: Günther, Kniep, Oltmanns, Schleip, Weismann und Willgerodt. In Jena war ich Schüler der Herren: Biedermann, v. Eggeling, Lubosch, Maurer, Noll, Plate, Schulz und Rauther. In Berlin hörte ich die Herren: Bier, Bumm, Bonhoeffer, His, Külbs, Goldscheider, Krückmann, Heubner, Hefter, Lesser, Hildebrand, Orth, Passow, Flügge und Ziehen.

Allen diesen Herren, meinen hochverehrten Lehrern, bin ich zu großem Danke verpflichtet.